

日 本 国 特 許 庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

#5  
79/01  
JD

JC682 U.S. PRO  
09/685412



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1999年10月15日

出 願 番 号

Application Number:

平成11年特許願第293630号

出 願 人

Applicant (s):

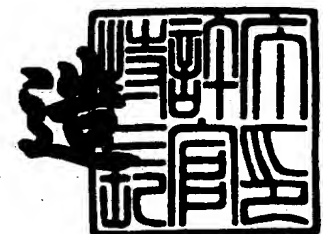
ソニー株式会社

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

2000年 9月22日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2000-3076496

【書類名】 特許願

【整理番号】 9900541502

【提出日】 平成11年10月15日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01S 5/14

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社  
内

【氏名】 長谷川 浩二

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社  
内

【氏名】 若森 美貴雄

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市保土ヶ谷区神戸町134番地 ソニー・  
エルエスアイ・デザイン株式会社内

【氏名】 金網 治男

【特許出願人】

【識別番号】 000002185

【氏名又は名称】 ソニー株式会社

【代表者】 出井 伸之

【代理人】

【識別番号】 100091546

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐藤 正美

【電話番号】 03-5386-1775

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 048851

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9710846

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 G P S 測位方法および G P S 受信装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

標準電波により提供される高精度周波数情報を取得する工程と、  
G P S 受信機部に使用されている基準周波数発振器の発振周波数、または、その周波数変動を、前記受信した高精度周波数情報を用いて測定する工程と、  
その測定の結果を G P S 衛星からの信号の捕捉に利用する工程と  
を備える G P S 測位方法。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の G P S 測位方法において、さらに、  
前記標準電波により提供される高精度時刻情報を取得する工程と、  
前記 G P S 衛星から送られてくる時刻情報の代わりに前記高精度時刻情報を用いて測位演算を行う工程と、  
を備えることを特徴とする G P S 測位方法。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の G P S 測位方法において、  
前記 G P S 衛星からのスペクトラム拡散信号の拡散符号についての同期タイミングを検出することにより、時間同期のための前記拡散符号の 1 周期以下の時刻成分を検出する第 1 の工程と、  
前記第 1 の工程で、前記拡散符号の同期が完了した後、前記拡散符号の 1 周期の境目の時刻を、前記標準電波により提供される高精度時刻情報により検出し、この境目の時刻に基づいて、前記時間同期のための前記拡散符号の 1 周期以上の時刻成分を検出する第 2 の工程と、  
を備えることを特徴とする G P S 測位方法。

【請求項 4】

請求項 2 に記載の G P S 測位方法において、  
前記 G P S 衛星からのスペクトラム拡散信号の拡散符号についての同期タイミングを検出することにより、時間同期のための前記拡散符号の 1 周期以下の時刻

成分を検出する第 1 の工程と、

前記第 1 の工程で、前記拡散符号の同期が完了した後、前記衛星からの情報のビットの境目を検出し、当該ビットの境目の時刻を、前記標準電波により提供される高精度時刻情報により検出し、この境目の時刻に基づいて、前記時間同期のための前記拡散符号の 1 周期以上の時刻成分を検出する第 2 の工程と、

を備えることを特徴とする G P S 測位方法。

【請求項 5】

請求項 1 に記載の G P S 測位方法において、

前記 G P S 受信機部に電源が投入されていないときであっても、前記 G P S 受信機部の前記周波数発振器には電源を投入しておき、受信した前記標準電波により提供される高精度周波数情報を用いて前記周波数発振器の周波数、または、その周波数変動を測定する

ことを特徴とする G P S 測位方法。

【請求項 6】

請求項 1 または請求項 2 に記載の G P S 測位方法において、

前記測定された基準周波数発振器の発振周波数、または、その周波数変動を、前記 G P S 衛星からの信号を捕捉するためのコスタスループのキャリア発生器の出力信号に反映させたことを特徴とする G P S 測位方法。

【請求項 7】

G P S 衛星からの電波を受信して、測位演算を行う G P S 受信機部と、  
標準電波を受信して、高精度周波数情報を取得する標準電波受信機部と、  
前記 G P S 受信機部に使用されている基準周波数発振器の発振周波数、または、その周波数変動を、前記標準電波受信機部で取得された前記高精度周波数情報を用いて測定する周波数測定部と、

を備え、前記 G P S 受信機部では、前記周波数測定部での測定結果を前記 G P S 衛星からの信号の捕捉に利用することを特徴とする G P S 受信装置。

【請求項 8】

請求項 7 に記載の G P S 受信装置において、

前記標準電波受信部は、高精度時刻情報を取得して、その高精度時刻情報を前

記 G P S 受信機部に供給し、

前記 G P S 受信機部は、前記 G P S 衛星から送られてくる時刻情報の代わりに  
前記高精度時刻情報を用いて測位演算を行う

ことを特徴とする G P S 受信装置。

【請求項 9】

請求項 8 に記載の G P S 受信装置において、

前記 G P S 受信機部は、

前記 G P S 衛星からの電波を受信する受信手段と、

前記 G P S 衛星の軌道情報を少なくとも格納する記憶手段と、

前記受信手段で受信された G P S 衛星からのスペクトラム拡散信号電波につい  
て、拡散符号についての同期を検出する同期検出手段と、

前記同期検出手段で検出された同期時点を時間同期のための前記拡散符号の 1  
周期以下の時刻成分とすると共に、前記拡散符号の同期が完了した後、前記拡散  
符号の 1 周期の境目の時刻を、前記標準電波受信部からの高精度時刻情報を用い  
て取得し、この取得した前記境目の時刻に基づいて、前記時間同期のための前記  
拡散符号の 1 周期以上の時刻成分を求め、前記時間同期をとる時間同期検出手段  
と

を備えることを特徴とする G P S 受信装置。

【請求項 10】

請求項 8 に記載の G P S 受信装置において、

前記 G P S 受信機部は、

前記 G P S 衛星からの電波を受信する受信手段と、

前記 G P S 衛星の軌道情報を少なくとも格納する記憶手段と、

前記受信手段で受信された前記 G P S 衛星からのスペクトラム拡散信号電波に  
ついて、拡散符号についての同期を検出する同期検出手段と、

前記衛星からの情報のビットの境目を検出するビット境目検出手段と、

前記同期検出手段で検出された同期時点を時間同期のための前記拡散符号の 1  
周期以下の時刻成分とすると共に、前記ビット境目検出部で検出されたビットの  
境目の時刻を、前記標準電波受信部からの高精度時刻情報を用いて取得し、この

取得した前記境目の時刻に基づいて、前記時間同期のための前記拡散符号の 1 周期以上の時刻成分を求め、前記時間同期をとる時間同期検出手段と  
を備えることを特徴とする G P S 受信装置。

【請求項 1 1】

請求項 7 に記載の G P S 受信装置において、  
前記 G P S 受信機部では、これに電源が投入されていないときであっても、前記周波数発振器には電源が投入されている状態とされるときに、  
前記周波数測定部では、前記 G P S 受信機部に電源が投入されていないときにも、前記周波数発振器の発振周波数、または、その周波数変動を、前記標準電波受信部で取得された前記高精度周波数情報を用いて測定する  
ことを特徴とする G P S 受信装置。

【請求項 1 2】

請求項 7 または請求項 8 に記載の G P S 受信装置において、  
前記周波数測定部で測定された基準周波数発振器の発振周波数、または、その周波数変動を、G P S 衛星からの信号を捕捉するためのコスタスループのキャリア発生器の出力信号に反映させたことを特徴とする G P S 受信装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

この発明は、例えば G P S ( G l o b a l P o s i t i o n i n g S y s t e m ) 測位方法およびその方法を適用する G P S 受信装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

複数個の人工衛星 ( G P S 衛星 ) を利用して移動体の位置を測定する G P S システムにおいては、人工衛星からの信号電波の変調方式として、スペクトラム拡散変調方式が用いられている。例えば、民生用 G P S 受信機の場合には、G P S 衛星 ( N a v s t a r ) からの C / A コード ( C o r s e A q u i s i t i o n コード ) と呼ばれるスペクトラム拡散信号電波を受信して、測位演算を行う。

## 【0003】

C/Aコードは、送信信号速度が1.023MHzのPN(Pseudorandom Noise; 擬似ランダム雑音)系列の符号、例えばGold符号からなるものであって、このPN系列の符号が、図13(A)に示すように、1023チップを1周期(したがって、1周期=1ミリ秒)として、繰り返すものとなっている。

## 【0004】

このC/AコードのPN系列の符号は、衛星ごとに異なっているが、どの衛星が、どのPN系列の符号を用いているかは、予めGPS受信機で検知できるようにされている。また、後述するような航法メッセージによって、GPS受信機では、どの衛星からの信号を、その地点およびその時点で受信できるかがわかるようになっている。したがって、GPS受信機では、例えば3次元測位であれば、その地点およびその時点で取得できる4個以上の衛星からの電波を受信して、スペクトラム逆拡散し、測位演算を行って、自分の位置を求めるようにする。

## 【0005】

そして、図13(B)に示すように、衛星信号データの1ビットは、PN系列の符号の20周期分、つまり、20ミリ秒単位として伝送される。つまり、データ伝送速度は、50bpsである。PN系列の符号の1周期分の1023チップは、ビットが“1”のときと、“0”のときとでは、反転したものとなる。

## 【0006】

図13(C)に示すように、GPSでは、30ビット(600ミリ秒)で1ワードが形成される。そして、図13(D)に示すように、10ワードで、1サブフレーム(6秒)が形成される。図13(E)に示すように、1サブフレームの先頭のワードには、データが更新されたときであっても常に規定のビットパターンとされるプリアンプルが挿入され、このプリアンプルの後にデータが伝送されてくる。

## 【0007】

さらに、5サブフレームで、1フレーム(30秒)が形成される。そして、航法メッセージは、この1フレームのデータ単位で伝送されてくる。この1フレー



ムのデータのうちの始めの3個のサブフレームは、エフェメリス情報と呼ばれる衛星固有の情報である。この情報には、衛星の軌道を求めるためのパラメータと、衛星からの信号の送出時刻とが含まれる。

【0008】

すなわち、エフェメリス情報の3個のサブフレームの2番目のワードには、TOW (Time Of Week) と呼ばれる週の始めからの時刻の情報が含まれる。したがって、各サブフレームのTOWは、6秒間隔で更新された情報となる。

【0009】

GPS衛星のすべては、原子時計を備え、共通の時刻情報を用いており、衛星からの信号の送出時刻は、原子時計の1秒単位とされている。また、衛星のPN系列の符号は、原子時計に同期したものとして生成される。

【0010】

エフェメリス情報の軌道情報は、数時間ごとに更新されるが、その更新が行われるまでは、同一の情報となる。しかし、エフェメリス情報の軌道情報は、これをGPS受信機のメモリに保持しておくことにより、数時間は、同じ情報を、精度良く使用することができるものである。なお、衛星からの信号の送出時刻は、1秒ごとに更新される。

【0011】

1フレームのデータの残りの2サブフレームの航法メッセージは、アルマナック情報と呼ばれる全ての衛星から共通に送信される情報である。このアルマナック情報は、全情報を取得するために25フレーム分必要となるもので、各衛星のおおよその位置情報や、どの衛星が使用可能かを示す情報などからなる。このアルマナック情報は、数か月ごとに更新されるが、その更新が行われるまでは、同一の情報となる。しかし、このアルマナック情報は、これをGPS受信機のメモリに保持しておくことにより、数か月は、同じ情報を、精度良く使用することができる。

【0012】

このGPS衛星信号の受信に当たっては、まず、GPS受信機に用意される受

信しようとするGPS衛星で用いられているC/Aコードと同じPN系列の符号（以下、PN系列の符号をPN符号という）を用いて、そのGPS衛星からの信号について、C/Aコードの位相同期を取ることににより衛星信号を捕捉し、スペクトラム逆拡散する。このC/Aコードとの位相同期が取れて、逆拡散が行われると、ビットが検出されて、GPS衛星信号から時刻情報等を含む航法メッセージを取得することが可能になる。

## 【0013】

衛星信号の捕捉は、C/Aコードの位相同期検索により行われるが、この位相同期検索においては、GPS受信機のPN符号とGPS衛星からの受信信号のPN符号との相関を検出し、予め定めた相関値よりも大きい時に、両者が同期していると判定する。同期が取れていないと判別されたときには、GPS受信機のPN符号の位相を1チップずつずらし、各位相のときのGPS受信信号のPN符号との相関を検出し、同期が取れる位相を検出するようにする。

## 【0014】

この場合にGPS衛星のPN符号は、非常に高精度の周波数のクロックで駆動されている。したがって、GPS受信機に用意されるPN符号の発生器を駆動するクロックが、衛星のクロックと同程度の精度を備えていれば、GPS受信機では、1023チップ分（PN符号の繰り返し1周期分）だけ、PN符号をずらせば、いずれかの位相で位相同期が取られ、衛星からのスペクトラム拡散電波を捕捉することができる。

## 【0015】

GPS受信機のPN符号の発生器を駆動するクロックは、GPS受信機に用意される基準周波数発振器を分周したものが、一般に用いられており、この基準周波数発振器としては、高精度の水晶発振器が用いられている。しかしながら、このGPS受信機の基準周波数発振器では、一般的に温度変化や経年変化により、その発振周波数が変動してしまう。このため、PN符号のチップ周波数が衛星信号とGPS受信機とでずれてしまっている恐れがある。そこで、GPS受信機では、まず、内蔵の基準周波数発振器の発振周波数の変動を考慮して、GPS衛星からのスペクトラム拡散信号の周波数に合わせるようにする周波数サーチを行う

## 【0016】

図14は、この周波数サーチを説明するための図である。すなわち、GPS受信機のPN符号の発生器を駆動するクロック信号の周波数が、ある周波数 $f_1$ であるときに、上述した位相同期検索を行い、1023チップ分の位相検索の全てで同期する位相が存在しなければ、例えば基準周波数発振器に対する分周比を変えて、前記駆動クロック信号の周波数を周波数 $f_2$ に変更し、同様に1023チップ分の位相検索を行う。これを、図14のように、前記駆動クロック信号の周波数をステップ的に変更して繰り返す。以上の動作が周波数サーチである。

## 【0017】

そして、この周波数サーチにより、同期可能とされる駆動クロック信号の周波数が検出され、そのクロック周波数で最終的なPN符号の位相同期が行われて、水晶周波数発振器の発振周波数ずれがあっても、衛星信号を捕捉することが可能になる。

## 【0018】

ところで、GPS受信機で測位演算を行うためには、衛星と受信機間の距離を求める必要がある。すなわち、GPS受信機は、ある時間に衛星から送出された信号が、当該GPS受信機に到達するまでの時間（信号到達時間）を測定し、それに光の速度（ $3 \times 10^8$  m/s）をかけて距離を算出する。

## 【0019】

前記信号到達時間を測定するためには、衛星からの信号についての精細な時間同期を取って、2種類の時間を測定することが必要である。一つは、C/Aコードとの位相同期を取ることによって得られる拡散符号の1周期以下、つまり1ミリ秒以下の時刻情報である。もう一つは、拡散符号の1周期以上、つまり1ミリ秒以上の時刻情報である。

## 【0020】

1ミリ秒以下の時刻情報は、C/Aコードの位相同期を取って、GPS衛星信号を捕捉したタイミングとして得られる。すなわち、衛星の拡散符号（PN符号）は、原子時計に同期しているので、GPS受信機でPN符号の位相同期を取る

と、すなわち、C/Aコードの同期を取ると、衛星からの電波の到達時間の1ミリ秒以下の情報が得られることになる。

#### 【0021】

しかし、C/Aコードの同期を取っただけでは、1ミリ秒以下の時間情報が得られるだけで、1ミリ秒以上の時刻情報は得られない。そのため、1ミリ秒以上の時刻情報が必要になる。従来は、この1ミリ秒以上の時刻情報は、GPS衛星からの信号に含まれる航法メッセージを取得することで得るようにしている。すなわち、1ミリ秒以上の時刻情報は、航法メッセージ内のプリアンブルパターンとの位相同期を取り、その位相同期タイミングを、TOWを参照して確認することで得ている。

#### 【0022】

##### 【発明が解決しようとする課題】

上述したように、従来のGPS受信機においては、GPS受信機が備える基準周波数発振器の温度変化や経年変化のため、衛星信号の捕捉に当たっては、周波数サーチが必要になっていた。通常、この周波数サーチには比較的時間がかかるため、最終的に測位計算がされて、現在位置が測定されるまでに、かなりの時間を要するという問題があった。

#### 【0023】

また、上記の従来方式の時間同期方法を用いる場合、1ミリ秒以上の時刻情報を得るためのプリアンブルとTOWの情報は、サブフレーム単位、すなわち、6秒に一回しか得られないという問題がある。しかも、誤ロックを防ぐために、プリアンブル等の情報は、通常、2回以上確認することが望ましく、そのため、衛星からの信号とC/Aコードとで同期が取れた状態から、最終的な時間同期が取れるまでに要する時間は、GPS受信機の持つ時計情報が有効である場合でも、6秒以上かかることになる。

#### 【0024】

このために、電源投入から測位演算開始までに要する時間を短縮しようとしたとき、この部分がボトルネックとなっている。また、GPS測位システムの携帯機器などへの搭載を想定したときは、省電力化が問題となるが、上述のように従

来の技術では測位演算開始までに時間がかかるために、省電力化が不充分であった。

【 0 0 2 5 】

この発明は、以上の点にかんがみ、例えば G P S 受信機における電源投入時から時間同期が取れるまでに要する時間を短縮することができる、G P S 測位方法および G P S 受信装置を提供することを目的とする。

【 0 0 2 6 】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、請求項 1 の発明による G P S 測位方法は、

標準電波により提供される高精度周波数情報を取得する工程と、

G P S 受信機部に使用されている基準周波数発振器の発振周波数、または、その周波数変動を、前記受信した高精度周波数情報を用いて測定する工程と、

その測定の結果を G P S 衛星からの信号の捕捉に利用する工程と、

を備えることを特徴とする。

【 0 0 2 7 】

この請求項 1 の発明によれば、G P S 受信機部の基準周波数発振器の発振周波数が温度変化や経年変化により変動しても、その周波数変動分が、いわゆる電波時計と呼ばれる、標準電波により提供される高精度周波数情報に基づいて測定され、その測定結果が G P S 衛星からの信号の捕捉の際に利用されて、前記周波数変動分をキャンセルすることができるようにされるので、G P S 衛星信号の捕捉を、従来の周波数サーチを用いることなく、迅速に行うことができるようになる。

【 0 0 2 8 】

また、請求項 2 の発明は、請求項 1 に記載の G P S 測位方法において、

前記標準電波により提供される高精度時刻情報を取得する工程と、

前記 G P S 衛星から送られてくる時刻情報の代わりに前記高精度時刻情報を用いて測位演算を行う工程と、

を備えることを特徴とする。

## 【 0 0 2 9 】

この請求項 2 の発明によれば、GPS 衛星から送られてくる時刻情報の代わりに、標準電波により提供され、常時得られる高精度の時刻情報を用いて測位演算を行うようにしたことにより、測位演算を従来に比べて迅速に開始することが可能になる。

## 【 0 0 3 0 】

また、請求項 3 の発明は、請求項 2 に記載の GPS 測位方法において、衛星からのスペクトラム拡散信号の拡散符号についての同期タイミングを検出することにより、時間同期のための前記拡散符号の 1 周期以下の時刻成分を検出する第 1 の工程と、

前記第 1 の工程で、前記拡散符号の同期が完了した後、前記拡散符号の 1 周期の境目の時刻を、前記標準電波により提供される高精度時刻情報により検出し、この境目の時刻に基づいて、前記時間同期のための前記拡散符号の 1 周期以上の時刻成分を検出する第 2 の工程と、

を備えることを特徴とする。

## 【 0 0 3 1 】

この請求項 3 の発明によれば、拡散符号の 1 周期である 1 ミリ秒以下の時刻成分については従来と同様に、C/A コードの同期を取ることににより求めるが、1 ミリ秒以上の時刻成分については、拡散符号の 1 周期の境目の時刻を、標準電波から得ることができる高精度時刻情報から検知するようにする。この場合、電波時計から得られる時刻情報が、500 マイクロ秒以下の精度があれば、十分な精度の時間同期を取ることができ、3～4 個の衛星について、上述と同様にして時間同期を取ることにより、迅速に測位演算に移ることができる。

## 【 0 0 3 2 】

したがって、この請求項 3 の発明によれば、従来の GPS 測位システムのような、航法メッセージのプリアンブルや TOW を調べる必要がないので、時間同期に要する時間を大幅に短縮することができる。

## 【 0 0 3 3 】

また、請求項 4 の発明による時間同期方法は、

請求項 2 に記載の G P S 測位方法において、

衛星からのスペクトラム拡散信号の拡散符号についての同期タイミングを検出することにより、時間同期のための前記拡散符号の 1 周期以下の時刻成分を検出する第 1 の工程と、

前記第 1 の工程で、前記拡散符号の同期が完了した後、前記衛星からの情報のビットの境目を検出し、当該ビットの境目の時刻を、前記標準電波により提供される高精度時刻情報により検出し、この境目の時刻に基づいて、前記時間同期のための前記拡散符号の 1 周期以上の時刻成分を検出する第 2 の工程と、

を備えることを特徴とする。

【 0 0 3 4 】

この請求項 4 の発明によれば、1 ミリ秒以下の時刻成分については従来と同様に、C/A コードの同期を取ることににより求めるが、1 ミリ秒以上の時刻成分については、拡散符号の 2 0 周期分であるビットの境目の時刻を、標準電波により提供される高精度の時刻情報から検知するようにする。この場合、G P S 受信機が得ることができる時刻情報は、1 0 ミリ秒以下の精度があれば、十分な精度の時間同期を取ることができ、3 ~ 4 個の衛星について、上述と同様にして時間同期を取ることにより、測位演算に移ることができる。

【 0 0 3 5 】

したがって、この請求項 4 の発明によれば、従来の G P S 測位システムのような、航法メッセージのプリアンブルや T O W を調べる必要がないので、時間同期に要する時間を大幅に短縮することができると共に、G P S 受信機で必要とする時刻情報の精度は請求項 1 の場合よりも、低い精度でよい。

【 0 0 3 6 】

また、請求項 5 の発明は、請求項 1 に記載の G P S 測位方法において、

前記 G P S 受信機部に電源が投入されていないときであっても、前記 G P S 受信機の前記周波数発振器には電源を投入しておき、受信した前記標準電波により提供される高精度周波数情報を用いて前記周波数発振器の周波数、または、その周波数変動を測定する

ことを特徴とする。

【 0 0 3 7 】

この請求項 5 の発明によれば、GPS 受信機部に電源が投入されていないときであっても、その基準周波数発振器の周波数変動を予め測定しておくことができる。一般に、GPS 受信機の消費電力は大きい、この請求項 5 の発明によれば、常時、GPS 受信機に電源を投入しておかなくても、常に、基準周波数発振器の周波数変動を予め測定しておくことができるので、GPS 受信機に電源を投入して衛星電波の捕捉を開始してから、実際に衛星電波を捕捉することができるまでの時間を短縮することができる。

【 0 0 3 8 】

【発明の実施の形態】

以下、この発明による GPS 測位方法およびそれを用いた GPS 受信装置の一実施の形態を、図を参照しながら説明する。

【 0 0 3 9 】

図 1 は、この発明の GPS 受信装置の実施の形態のシステム構成を示すブロック図であり、GPS 受信機部 1 0 と、標準電波受信機部 2 0 と、周波数測定部 3 0 とからなる。

【 0 0 4 0 】

この図 1 において、GPS 受信機部 1 0 において、アンテナ部 1 1 は、GPS 衛星信号等を受信し、その受信信号を高周波信号処理部（RF 部と略称する）1 2 に供給する。RF 部 1 2 は、基準周波数発振器 1 3 からの周波数信号を用いて、受信信号を、数 MHz ～数十 MHz の中間周波信号に周波数変換し、その中間周波信号を、復調・演算部 1 4 に出力する。復調・演算部 1 4 は、C/A コードの同期をとり、復調（スペクトラム逆拡散）処理を行うと共に、時間同期を取り、測位演算を実行する。

【 0 0 4 1 】

復調・演算部 1 4 は、また、受信信号を復調処理して得たエフェメリスの情報やアルマナックの情報を記憶部 1 5 に記憶する。入出力部 1 6 は、測位演算により求められた結果等を出力したり、あるいは、必要な情報を取り込むようにするためのものである。



## 【 0 0 4 2 】

復調・演算部 1 4 では、基準周波数発振器 3 0 からの周波数信号を用いたクロック信号により P N 符号発生器を駆動して、受信機側の P N 符号を発生させ、この受信機側の P N 符号と衛星信号の P N 符号との位相同期を行って衛星信号を捕捉する。そして、捕捉した衛星信号について、時間同期を取って、測位演算を実行する。

## 【 0 0 4 3 】

そして、後で詳述するように、復調・演算部 1 3 では、前記の衛星信号の捕捉の際に、基準周波数発振器 1 3 の発振周波数の温度変化や経年変化による周波数変動を無視できるようにする補正を行って、従来の G P S 受信機では必要であった周波数サーチを省略できるようにしている。

## 【 0 0 4 4 】

すなわち、この実施の形態では、標準電波受信機部 2 0 で得られる高精度の周波数情報を用いて、周波数測定部 3 0 において、基準周波数発振器 1 3 の発振周波数、あるいはその周波数変動を測定し、復調・演算部 1 3 では、その測定の結果を用いて、G P S 衛星からの信号の捕捉回路系における基準周波数発振器 1 3 の発振周波数の温度変化や経年変化による周波数変動を無視できるようにする補正を行って、G P S 衛星からの信号の捕捉を行うようにする。以下に説明する例では、基準周波数発振器 1 3 の発振周波数変動を測定し、その測定結果を G P S 衛星信号の捕捉に用いるようにする。

## 【 0 0 4 5 】

また、復調・演算部 1 4 での時間同期に関しては、この実施の形態では、時間同期の 1 ミリ秒以下の時刻成分は、従来と同様にして、衛星からのスペクトラム拡散信号電波の C / A コードの同期を取ることににより得るようにする。しかし、例えば、電源投入時や、時間同期が大きく外れた状態からの時間同期の再同期の際には、1 ミリ秒以上の時刻成分については、特定のデータの境目の時刻情報を、標準電波受信機部 2 0 からの高精度の時刻情報 T s t を用いて正確に取得するようにして、従来のように、航法メッセージのプリアンブルや T O W を用いることはしない。

## 【0046】

標準電波受信機部20は、この実施の形態では、長波帯標準電波を受信する電波時計の構成を有するものである。すなわち、現在日本国では、図2に示すように、搬送波が5MHz、8MHz、10MHzなどの短波帯を使用した標準電波と、搬送波が40kHzの長波帯を使用した標準電波が利用されているが、この実施の形態では、周波数と時間間隔の正確さが上であり、しかも、電波のカバーエリアが広い長波帯標準電波を利用するものである。

## 【0047】

すなわち、標準電波受信機部20において、アンテナ部21は、長波帯標準電波を受信し、その受信信号を長波帯標準電波受信復調部22に供給する。長波帯標準電波受信復調部22は、受信した長波帯標準電波を復調し、その復調出力を周波数情報および時刻情報抽出部23に供給する。周波数情報および時刻情報抽出部23は、復調された長波帯標準電波から、前述のような高精度の周波数情報Fstおよび時刻情報Tstを抽出する。

## 【0048】

そして、周波数情報および時刻情報抽出部23は、抽出した周波数情報Fstは、周波数測定部30に、GPS受信機部10の基準周波数発振器の発振周波数の周波数ずれを測定するために供給する。周波数測定部30は、この例では、正確な40kHzの中に、基準周波数発振器13からの周波数信号の何周期分が存在しているかを検出することにより、基準周波数発振器13の発振周波数を測定し、その測定結果に基づき、発振周波数の周波数ずれ $\Delta f$ の情報を測定する。そして、その周波数ずれ $\Delta f$ の情報をGPS受信機部10の復調・演算部14に供給する。

## 【0049】

また、周波数情報および時刻情報抽出部23で抽出された時刻情報Tstは、GPS受信機部10の復調・演算部14に、時間同期のために供給される。

## 【0050】

[基準周波数発振器の周波数変動分を考慮した衛星信号の捕捉方法]

次に、GPS受信機部10の復調・演算部14での基準周波数発振器13の周

波数変動分をキャンセルした衛星信号の捕捉方法の例について説明する。

【0051】

図3は、GPS受信機部10のRF部12および復調・演算部14のうちの、衛星信号を捕捉して復調する信号復調部の構成を示すブロック図である。

【0052】

この図3に示すように、アンテナ11にて受信された衛星信号（スペクトラム拡散信号）は、RF部12に供給される。また、発振周波数が、この例では、18.414MHzの水晶周波数発振器からなる基準周波数発振器13の出力が局部発振回路41に供給され、これより基準周波数発振器13の出力周波数と周波数比が固定された局部発振出力が得られる。

【0053】

そして、この局部発振出力がRF部12に供給されて、衛星信号が第1中間周波数に低域変換され、さらに基準周波数発振器13からの発振出力により第2中間周波数（1.023MHz）の第2中間周波信号Sifに低域変換される。

【0054】

このRF部12からの第2中間周波信号Sifは、2値化回路42に供給されて、所定のスレッシュホールド値とレベル比較されて2値化される。

【0055】

この2値化回路42の2値化出力Sdは、イクスクルーシブオア回路で構成される信号乗算器43に供給される。

【0056】

この例の場合、逆拡散復調の帰還ループ50では、いわゆるタウ・ディザ追跡法が用いられ、また、データ・ビットを復調するための帰還ループ60は、コスタ・ループが用いられるが、これらはデジタル化構成とされると共に、それぞれの制御信号はマイクロコンピュータ70において、ソフトウェア処理により形成される。

【0057】

すなわち、逆拡散復調のための帰還ループ50において、51は受信機側のPN符号を発生する符号発生器で、この符号発生器51よりは基準のPN符号の位

相（基準位相）に対して、それぞれ所定のオフセット分だけ位相差のある、進み（ア－リ）符号Meおよび遅れ（レート）符号Mdからなる合成PN符号が得られ、これが信号乗算器43に供給される。この場合、合成PN符号は、ア－リ符号Meおよびレート符号Mdが1ミリ秒毎に切り換えられることにより、生成されたものである。

## 【0058】

信号乗算器43では、この合成PN符号と2値化回路42からの2値化された中間周波信号Sdとが、乗算される。

## 【0059】

この場合、符号発生器51からのア－リ、レートのPN符号の位相および周波数（チップ速度）を制御するための駆動クロックを発生するクロック発生器52は、数値制御型可変周波数発振器（以下NCOという）で構成される。このクロック発生器52には、基準周波数発振器13からの基準クロックが供給され、クロック発生器52は、この基準クロックから、マイクロコンピュータ70の制御により、符号発生器51の駆動クロック（1.023MHz；18.414MHzを18分周したもの）を形成する。

## 【0060】

そして、符号発生器51では、このクロック発生器52からの位相および周波数が制御されたクロックにより、ア－リおよびレートのPN符号の位相および周波数が制御される。これにより、符号発生器51からのPN符号が、2値化回路13からの中間周波信号Sdに含まれるPN符号の位相および周波数に一致するように制御され、これにより逆拡散がなされる。

## 【0061】

データ・ビットを復調するための帰還ループ60は、コスタス・ループにより構成され、NCOからなるキャリア発生器61と、90°移相器62と、イクスクルーシブオアゲートからなる第1および第2の乗算器63および64と、カウンタからなるローパスフィルタ65および66と、キャリア発生器61への制御信号を形成するマイクロコンピュータ70からなる。

## 【 0 0 6 2 】

キャリア発生器 6 1 には、基準周波数発振器 1 3 からの基準クロックが供給される。キャリア発生器 6 1 は、この基準クロックから、マイクロコンピュータ 7 0 による N C O の数値制御に応じたキャリアを発生する。

## 【 0 0 6 3 】

マイクロコンピュータ 7 0 は、プログラムソフトウェアによって、図 3 において細線で囲んだ部分の機能ブロックとして示すような各機能を実行する。すなわち、マイクロコンピュータ 7 0 の処理機能を図 3 の機能ブロックについて説明すると、乗算手段 7 1 は、カウンタで構成されるローパスフィルタ 6 5 と 6 6 からのカウント値を掛け合わせ、その乗算出力として、受信信号中の搬送波成分とキャリア発生器 6 1 からのキャリアとの位相差に応じた出力を得、それをループフィルタ手段 7 2 に供給する。

## 【 0 0 6 4 】

そして、この実施の形態では、標準電波受信機部 2 0 からの高精度の周波数情報  $F_{st}$  と、基準周波数発振器 1 3 からの周波数信号とが周波数測定部 3 0 に供給され、周波数測定部 3 0 においては、前述したように、高精度の周波数情報  $F_{st}$  に基づいて、基準周波数発振器 1 3 からの周波数信号の周波数ずれ  $\Delta f$  が測定される。そして、その周波数ずれ  $\Delta f$  の情報がマイクロコンピュータ 7 0 のループフィルタ手段 7 2 に供給される。

## 【 0 0 6 5 】

ループフィルタ手段 7 2 は、乗算手段 7 1 からの乗算出力と、周波数測定部 3 0 からの周波数ずれ  $\Delta f$  の情報とから、キャリア発生器 6 1 の出力信号の周波数ないし位相を制御する信号を形成し、キャリア発生器 6 1 に供給する。以上の乗算手段 7 1 とループフィルタ手段 7 2 とはコスタス・ループ 6 0 の一部を構成する。

## 【 0 0 6 6 】

次に、絶対値検波手段 7 3 および 7 4 は、ローパスフィルタ 6 5 および 6 6 からのカウント値出力を、それぞれ絶対値検波し、その検波出力を加算手段 7 5 で加算する。この加算手段 7 5 からは、符号発生器 5 1 からの P N 符号と受信信号

の P N 符号との相関レベルを示す信号、すなわち、相関出力が得られる。

【 0 0 6 7 】

この加算手段 7 5 からの相関レベルを示す相関出力信号は、ループフィルタ手段 7 6 に供給される。このループフィルタ手段 7 6 は、この相関出力信号に基づいて、符号発生器 5 1 の駆動クロックを生成するクロック発生器 5 2 の出力クロックの周波数ないし位相を制御するための数値制御信号を形成する。

【 0 0 6 8 】

いじょうのようにして、この実施の形態の場合、基準周波数発振器 1 3 の発振周波数が温度変化や経年変化により変動しても、その発振周波数変動分がキャリア発生器 6 1 の出力信号に反映されるので、従来のような周波数サーチは不要となる。

【 0 0 6 9 】

[ 時間同期の方法 ]

次に、この実施の形態の場合の時間同期の方法について、次に説明する。まず、時間同期の方法の概略について説明する。

【 0 0 7 0 】

衛星からの電波は、GPS 時計（原子時計）に従って、例えば図 4（A）に示すように送信される。この送信電波は、図 4（B）に示すように、到達時間  $\Delta t_a$  だけかかって、GPS 受信機に受信される。

【 0 0 7 1 】

図 4（A），（B）では、サブフレームの先頭の時点を基準に到達時間  $\Delta t_a$  を示してあるが、サブフレームの先頭の時点が判らなくても、特定のデータの境目、例えば拡散符号の 1 周期の境目、ビットの境目、ワードの境目などの時刻が正確に判り、その境目の時点が、サブフレームの何ワード目の何ビット目の何エポックであるかが判れば、当該サブフレームの先頭の時点を検出したことに等しい。

【 0 0 7 2 】

そこで、この実施の形態では、特定のデータの境目、例えば拡散符号の 1 周期の境目、ビットの境目、ワードの境目などの時刻を、標準電波受信機部 2 0 で抽

出される高精度の時刻情報を用いて正確に検出し、その境目の時点が、サブフレームの何ワード目の何ビット目の何エポックであるかを認識することにより、航法メッセージ中のプリアンプルやTOWを調べなくても、1ミリ秒以上の時刻成分を知って、時間同期を取るようになる。

## 【0073】

前記境目の時点が、サブフレームの何ワード目の何ビット目の何エポックであるかは、次のようにして求めることができる。

## 【0074】

GPS受信機部10の記憶部15に記憶されている衛星の軌道データと、当該GPS受信装置のおおよその位置とから、衛星からの電波のおおよその到達時間 $\Delta t_a$ が判る。そこで、この到達時間 $\Delta t_a$ を、GPS受信機部10における衛星電波の受信時刻から減算すると、それは、衛星からの情報のサブフレームの先頭の時点にほぼ等しいものとなる。

## 【0075】

そこで、境目の時点の時刻から到達時間 $\Delta t_a$ を減算すると、その減算結果の時間は、図4(A)に示すように、サブフレームの先頭から $\Delta t_b$ だけ経過した時点の情報となる。この減算結果の時間をビットや拡散符号のクロックに置き換えて計算すれば、境目の時点が、サブフレームの何ワード目の何ビット目の何エポックであるかが判る。

## 【0076】

したがって、GPS受信装置で利用できる時刻情報が、GPS時計に対して、所定の精度の正確さを保持していれば、C/Aコードの同期が完了した後、特定のデータの境目の時刻を、前記時刻情報から得ることにより、航法メッセージ中のプリアンプルやTOWを調べなくても、正確な時間同期を取ることができる。

## 【0077】

ところで、拡散符号の1周期の境目は容易に検知できる。また、ビットの境目は、1周期単位の拡散符号の反転を検出することにより、検知できる。しかし、ワードの境目は、各ワードごとに内容が異なることから検知することが困難である。サブフレームの境目も同様である。そこで、以下に説明する実施の形態では

、拡散符号の1周期の境目と、ビットの境目を用いる。

#### 【0078】

前述もしたように、衛星からのC/Aコードの同期が取れたときには、C/Aコードは、1ミリ秒を1周期とするものであるので、1ミリ秒以下の時刻成分についての衛星からの電波の到達時間が判ることになる。つまり、同期がとれたとき、その同期時点における拡散符号(PN符号)の基準位相に対するずれ量(何チップ分ずれているか)が、衛星からの電波の受信機への到達時間のうちの1ミリ秒以下のオーダーの時間成分である。これは、従来と変わるところはない。

#### 【0079】

この実施の形態の時間同期方法では、上述したように、GPS受信装置は、標準電波受信機部20において高精度の時刻情報を取得できる。

#### 【0080】

上述の説明において、拡散符号の1周期の境目を検知するためには、500 $\mu$ 秒のオーダーの誤差で境目を正確に検知できる必要がある。また、ビットの境目を検知するためには、10ミリ秒のオーダーの誤差で境目を正確に検知できればよい。この実施の形態のGPS受信装置が取得できる時刻情報の精度の違いにより、以下に説明するように、2つの実施の形態がある。

#### 【0081】

時刻情報の精度の問題について、説明する。

#### 【0082】

今、GPS受信装置が入手できる時間データと正しい時間データとの差を $\Delta t_1$ とする。また、図5に示すように、GPS受信装置の大体の位置を( $ux_1, uy_1, uz_1$ )、GPS受信装置の正確な位置を( $ux, uy, uz$ )、時刻 $t$ における衛星の位置を( $stx, sty, stz$ )、時刻 $t$ にGPS受信装置が受信した電波を衛星が送信したときの位置を( $sx, sy, sz$ )、光の速度を $c$ としたとき、計算される衛星からの電波のGPS受信装置までの伝播時間の誤差 $\Delta t_2$ は、図5から、

$$\Delta t_2 = \left| \left( (sx-ux)^2 + (sy-uy)^2 + (sz-uz)^2 \right)^{1/2} - \left( (stx-ux_1)^2 + (sty-uy_1)^2 + (stz-uz_1)^2 \right)^{1/2} \right| / c$$

と表わせる。



【 0 0 8 3 】

時刻情報として問題となる誤差  $E$  は、 $E = \Delta t_1 + \Delta t_2$  であるので、GPS 受信装置が利用することができる時刻情報の誤差  $E$  の値が、どの程度であるかにより、1 ミリ秒以上の時刻成分を、どのように得るかが異なる。

【 0 0 8 4 】

[時間同期の第 1 の実施の形態]

時間同期の第 1 の実施の形態においては、時間同期のための 1 ミリ秒以上の時刻情報は、拡散符号である PN 符号、つまり、C/A コードの 1 周期、1 0 2 3 チップの境目の時刻情報から求める。この場合、GPS 受信装置が利用できる時刻情報の精度は、

$$E = \Delta t_1 + \Delta t_2 < 500 \mu \text{秒}$$

である必要がある。ここで、標準電波受信機部 2 0 で取得される時刻情報は、この条件を満足する。

【 0 0 8 5 】

図 6 は、この第 1 の実施の形態の場合における、図 1 の復調・演算部 1 4 の時間同期のためのブロック図である。これは、その一部あるいは全部のブロックをマイクロコンピュータで構成することができるものである。

【 0 0 8 6 】

すなわち、RF 部 1 2 からの中間周波信号は、逆拡散部 1 4 1 に供給される。逆拡散部 1 4 2 には、PN 符号発生器 5 1 を備える C/A コード同期検出部 1 4 3 から逆拡散のための PN 符号が供給される。そして、C/A コード同期検出部 1 4 3 は、逆拡散部 1 4 1 からの相関検出情報に基づいて、PN 符号の発生位相を制御し、C/A コードとの同期検出を行う。そして、同期が取れた位相に PN 符号の位相をロックする。

【 0 0 8 7 】

C/A コードの同期が完了すると、逆拡散部 1 4 1 からはスペクトラム拡散変調されていた GPS 衛星信号が復調されて得られ、それがデータデコード部 1 4 2 に供給される。

## 【0088】

データデコード部 142 では、エフェメリス情報やアルマナック情報をデコードして出力する。これらの航法メッセージの情報は、例えば記憶部 15 に記憶され、また、測位演算部 145 に供給される。

## 【0089】

また、C/Aコード同期検出部 143 は、C/Aコードの同期が取れたタイミングを示す信号 Lt を時間同期検出部 144 に供給する。また、この実施の形態では、C/Aコード同期検出部 143 は、PN符号の1周期の境目を示す信号 Ps を時間同期検出部 144 に供給する。なお、C/Aコードの同期が取れたタイミングを示す信号 Lt は、図3では、マイクロコンピュータ70で生成されるものである。

## 【0090】

時間同期検出部 144 は、C/Aコードの同期が取れたタイミングを示す信号 Lt から時間同期のための1ミリ秒以下の時間情報を求める。時間同期検出部 144 は、また、C/Aコードの同期完了後の、PN符号の1周期の境目を示す信号 Ps に基づき時間同期のための1ミリ秒以上の時間情報を求め、測位演算のための時間同期を取る。

## 【0091】

図7は、この時間同期検出部 144 で行われる処理の流れを示すフローチャートである。

## 【0092】

すなわち、まず、時間同期検出部 144 では、C/Aコードの同期が完了したか否かを、前記信号 Lt が得られたか否かにより判別する（ステップ S101）。そして、C/Aコードの同期が完了したと判別したときには、時間同期のための1ミリ秒以下の時刻成分を求める（ステップ S102）。

## 【0093】

次に、PN符号の1周期が完了して、PN符号の周期の境目になるのを待ち（ステップ S103）、PN符号の周期の境目になったことを、前記PN符号の1周期の境目を示す信号 Ps により確認したら、そのときの時刻 ts を、標準電波

受信機部 20 からの高精度の時刻情報  $T_s t$  から検知する (ステップ S104)

#### 【0094】

そして、前述もしたように、その時の時刻  $t_s$  から、衛星からの電波のおおよその到達時間である電波伝搬時間を減算し、その減算結果の  $100 \mu$  秒の桁の値を四捨五入することにより、時間同期のための 1 ミリ秒以上の時間情報を求める。そして、それらの時間情報から時間同期を取り、その結果を測位演算部 145 に送る (ステップ S105)。

#### 【0095】

ここで、衛星からの電波の到達時間である電波伝搬時間は、次の式、

$$((stx - ux1)^2 + (sty - uy1)^2 + (stz - uz1)^2)^{1/2} / c$$

で表わすことができる。

#### 【0096】

以上で、時間同期検出部 144 での時間同期処理は終了となる。

#### 【0097】

測位演算部 145 は、上述の時間同期の情報に基づき、衛星と GPS 受信装置との間の距離を算出する。すなわち、測位演算に必要な数 (通常、2 次元測位を行う場合には 3 個、3 次元測位を行う場合には 4 個) の衛星についての上述のような時間同期が取られ、それぞれの衛星と GPS 受信装置との距離がそれぞれ算出されたとき、測位演算を実行し、結果を出力するようにする。

#### 【0098】

以上のようにして、この実施の形態では、C/A コードの同期が完了し、その後、PN 符号の 1 周期の境目が検出されたときには、測位演算の前処理としての時間同期が取れ、測位演算に移行することができるので、従来の 6 秒単位でしか得られないプリアンプルや TOW を用いる方法に比べて、位置を求めるまでの時間を短縮化することができ、省電力化に寄与する。

#### 【0099】

しかも、上述したように、この実施の形態では、基準周波数発振器 13 の発振周波数の周波数変動を考慮した周波数サーチは行わなくても良くなるので、衛星

信号を捕捉するまでの時間も、その周波数サーチの時間分の短縮化することができる。したがって、その点でも測位演算開始までの時間を、より短縮化して、省電力化につながる。

## 【0100】

例えば、GPS受信装置を、図8に示すように、間欠的に駆動する場合、従来のGPS受信装置では、位置を求めるまでの時間が長く、その分の電力消費が問題になるが、この発明の場合には、位置を求めるまでの時間が、上述したように短くなり、図8中、従来の電力消費のうちの、斜線で付した部分の消費電力を削減することができる。

## 【0101】

また、このようにGPS受信機の省電力化を図ることができると共に、使用者は、位置を知るまでの時間が短縮されることにより、待ち時間が減り、使用者のストレスを軽減することができる。

## 【0102】

また、省電力化によって、GPS受信機の駆動に必要な電池の容量を小さくすることができるので、例えば図9に示すような腕時計型などの超小型測位・精密時刻測定機器への応用が可能となる。

## 【0103】

## [時間同期の第2の実施の形態]

時間同期の第2の実施の形態においては、時間同期のための1ミリ秒以上の時刻情報は、スペクトラム拡散復調されたデータのビットの境目の時刻情報から求める。この第2の実施の形態においては、GPS受信装置が利用できる時刻情報の精度は、

$$E = \Delta t_1 + \Delta t_2 < 10 \text{ ミリ秒}$$

である必要がある。この例では、標準電波受信機部20で得られる高精度の時刻情報がこの条件を満足している。

## 【0104】

図10は、この第2の実施の形態の場合における、図1の復調・演算部14の時間同期のためのブロック図である。第1の実施の形態と同様に、これは、その

一部あるいは全部のブロックをマイクロコンピュータで構成することができるものである。なお、第 1 の実施の形態と同一部分には同一符号を付して、その説明は省略する。

【0 1 0 5】

この第 2 の実施の形態では、ビット境目検出部 1 4 6 が設けられる。このビット境目検出部 1 4 6 には、逆拡散部 1 4 1 からのスペクトラム拡散復調されたデータと、C/Aコード同期検出部 1 4 3 からの P N 符号の周期の境目を示す情報 P s とが供給される。

【0 1 0 6】

このビット境目検出部 1 4 6 では、図 1 3 に示すように、ビットは、P N 符号の 2 0 周期分であり、ビットが“0”のときと、“1”のときとで、C/Aコードの位相が反転していることを利用して、ビットの境目を検出し、その検出したビットの境目のタイミングを示す信号 B s を、時間同期検出部 1 4 7 に供給する。

【0 1 0 7】

この時間同期検出部 1 4 7 には、第 1 の実施の形態の場合と同様に、C/Aコード同期検出部 1 4 3 から、C/Aコードの同期が取れたタイミングを示す信号 L t が供給される。

【0 1 0 8】

時間同期検出部 1 4 7 は、C/Aコードの同期が取れたタイミングを示す信号 L t から時間同期のための 1 ミリ秒以下の時間情報を求める。時間同期検出部 1 4 7 は、また、C/Aコードの同期完了後の、ビットの境目を示す信号 B s に基づき時間同期のための 1 ミリ秒以上の時間情報を求め、測位演算のための時間同期を取る。

【0 1 0 9】

図 1 1 は、この時間同期検出部 1 4 7 で行われる処理の流れを示すフローチャートである。

【0 1 1 0】

すなわち、まず、時間同期検出部 1 4 7 では、C/Aコードの同期が完了した

か否かを、前記信号  $L_t$  が得られたか否かにより判別する（ステップ S 2 0 1）。そして、C/Aコードの同期が完了したと判別したときには、時間同期のための1ミリ秒以下の時刻成分を求める（ステップ S 2 0 2）。

【0 1 1 1】

次に、ビットの境目が検出されるのを待ち（ステップ S 2 0 3）、ビットの境目になったことを、前記ビットの境目を示す信号  $B_s$  により確認したら、そのときの時刻  $t_s$  を、標準電波受信機部 2 0 で得られる高精度の時刻情報  $T_{st}$  から検知する（ステップ S 2 0 4）。

【0 1 1 2】

そして、前述もしたように、その時の時刻  $t_s$  から、衛星からの電波のおおよその到達時間である電波伝搬時間を減算し、その減算結果の時間に、 $\Delta t_1 + \Delta t_2$  より小さい時間誤差を加算または減算することにより、20ミリ秒の倍数になる時間を作成する。このことにより、時間同期のための1ミリ秒以上の時間情報を求める。そして、それらの時間情報から時間同期を取り、その結果を測位演算部 1 4 5 に送る（ステップ S 2 0 5）。以上で、時間同期検出部 1 4 7 での時間同期処理は終了となる。

【0 1 1 3】

測位演算部 1 4 5 は、上述の時間同期の情報に基づき、衛星とGPS受信装置との間の距離を算出する。そして、測位演算に必要な数（通常、2次元測位を行う場合には3個、3次元測位を行う場合には4個）の衛星について、GPS受信装置との距離がそれぞれ算出されたとき、測位演算を実行し、結果を出力するようにする。

【0 1 1 4】

以上のようにして、この実施の形態では、C/Aコードの同期が完了し、その後、ビットの境目が検出されたときには、測位演算の前処理としての時間同期が取れ、測位演算に移行することができるので、前述の第1の実施の形態と同様に、従来の6秒単位でしか得られないプリアンプルやTOWを用いる方法に比べて、位置を求めるまでの時間を短縮化することができ、省電力化に寄与する。

## 【0115】

この第2の実施の形態の場合には、上述した第1の実施の形態の場合に得られる効果に加えて、GPS受信装置が必要とする時刻精度は、第1の実施の形態の場合に比べて、低くてよいの、前述した図9の腕時計型などの機器への応用が、より容易になる。

## 【0116】

なお、上述した2つの実施の形態では、測位演算部145は、安定に同期が取れている間は、従来と同様に航法メッセージのプリアンブルやTOWの検出を行って、時間同期のための1ミリ秒以上の時間情報を取得し、それを用いて時間同期を行って、測位演算を行うようにしている。

## 【0117】

しかし、時間同期のための1ミリ秒以上の時間情報は、プリアンブルやTOWを用いることなく、常に、上述のPN符号の1周期の境目の時刻やビットの境目の時刻に基づいて、取得するようにしても、勿論よい。

## 【0118】

## [他の実施の形態]

図12は、この発明によるGPS受信装置の他の実施の形態の構成を示すブロック図である。この実施の形態では、GPS受信機部10の基準周波数発振器13には、このGPS受信機部10への電源がオフとされた場合でも、常に電源電圧が供給されるように構成されている。そして、周波数測定部30で測定された基準周波数発振器13の周波数ずれ $\Delta f$ の情報は、標準電波受信機部20の周波数情報および時刻情報抽出部23に供給される。

## 【0119】

この例の周波数情報および時刻情報抽出部23は、時刻情報 $T_{st}$ のみでなく、周波数測定部30から取得した周波数ずれ $\Delta f$ の情報も、GPS受信機部10の復調・演算部14に供給するように構成されている。

## 【0120】

したがって、電力消費の大きいGPS受信機部10に電源が投入されていないときであっても、基準周波数発振器13の周波数ずれ $\Delta f$ に関する測定が行われ

、それが、標準電波受信機部 2 0 から G P S 受信機部 1 0 に渡される構成であるので、G P S 受信機部 1 0 に電源が投入されてから測位演算開始までの時間を短縮化することができる。

【0 1 2 1】

【その他の実施の形態】

上述の実施の形態では、周波数測定部 3 0 からの周波数ずれ  $\Delta f$  の情報を用いて、コスタスループ 6 0 のキャリア発生器 6 1 を制御するようにしたが、その代わりに、逆拡散復調のための帰還ループ 5 0 のクロック発生器 5 2 を、周波数測定部 3 0 からの周波数ずれ  $\Delta f$  の情報を用いて制御するようにしても良い。

【0 1 2 2】

また、基準周波数発振器 1 3 自身が、周波数制御可能な発振器の構成である場合には、周波数測定部 3 0 からの周波数ずれ  $\Delta f$  の情報を用いて、基準周波数発振器 1 3 自身の発振周波数を制御するようにしても良い。

【0 1 2 3】

また、周波数測定部 3 0 では、周波数ずれ  $\Delta f$  を測定するようにしたが、周波数ずれ  $\Delta f$  を検出することなく、標準電波受信機部 2 0 からの高精度の周波数情報  $F_{st}$  を用いて、基準周波数発振器 1 3 の発振周波数を測定し、その測定結果に応じて、キャリア発生器 6 1 やクロック発生器 5 1 や基準周波数発振器 1 3 自身を制御するように構成することもできる。

【0 1 2 4】

【発明の効果】

以上説明したように、この発明によれば、標準電波を受信して得られる高精度の周波数情報を用いて、G P S 受信機部が備える基準周波数発振器の発振周波数の周波数変動分を除去した態様で衛星信号を捕捉することが可能となるので、基準周波数発振器 1 3 の発振周波数の周波数変動を考慮した周波数サーチは行わなくても良くなる。したがって、衛星信号の捕捉を開始してから、実際に捕捉できるまでの時間を、従来に比べて短縮化することができる。

【0 1 2 5】

また、標準電波から得られる時刻情報を、G P S 衛星からの時刻情報に代えて



用いることにより、測位演算の前処理としての時間同期が取れるまでの時間も大幅に短縮できる。したがって、この発明によれば、測位演算開始までに必要な時間を大幅に短縮できる。

【 0 1 2 6 】

このように、電源投入後、位置測定までの時間を短縮することで、位置測定に必要なGPS受信機の駆動時間を減らし、省電力化に貢献する。また、電源投入後、位置測定までの時間が短くなることで、位置測定機能を使用するユーザーのストレスを軽減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

この発明によるGPS受信装置の実施の形態の構成例を示すブロック図である。

【図 2】

標準電波の仕様を説明するための図である。

【図 3】

実施の形態の信号復調部の構成例を示すブロック図である。

【図 4】

この発明による時間同期方法の実施の形態を説明するための図である。

【図 5】

この発明による時間同期方法の実施の形態の説明に用いる図である。

【図 6】

この発明による時間同期方法の第1の実施の形態の要部のブロック図である。

【図 7】

この発明による時間同期方法の第1の実施の形態を説明するためのフローチャートである。

【図 8】

この発明によるGPS受信装置の省電力性能を従来との比較において示す図である。

【図 9】

この発明による G P S 受信装置の応用例を示す図である。

【図 1 0】

この発明による時間同期方法の第 2 の実施の形態の要部のブロック図である。

【図 1 1】

この発明による時間同期方法の第 2 の実施の形態を説明するためのフローチャートである。

【図 1 2】

この発明による G P S 受信装置の他の実施の形態の構成例を示すブロック図である。

【図 1 3】

G P S 衛星信号の構造を説明するための図である。

【図 1 4】

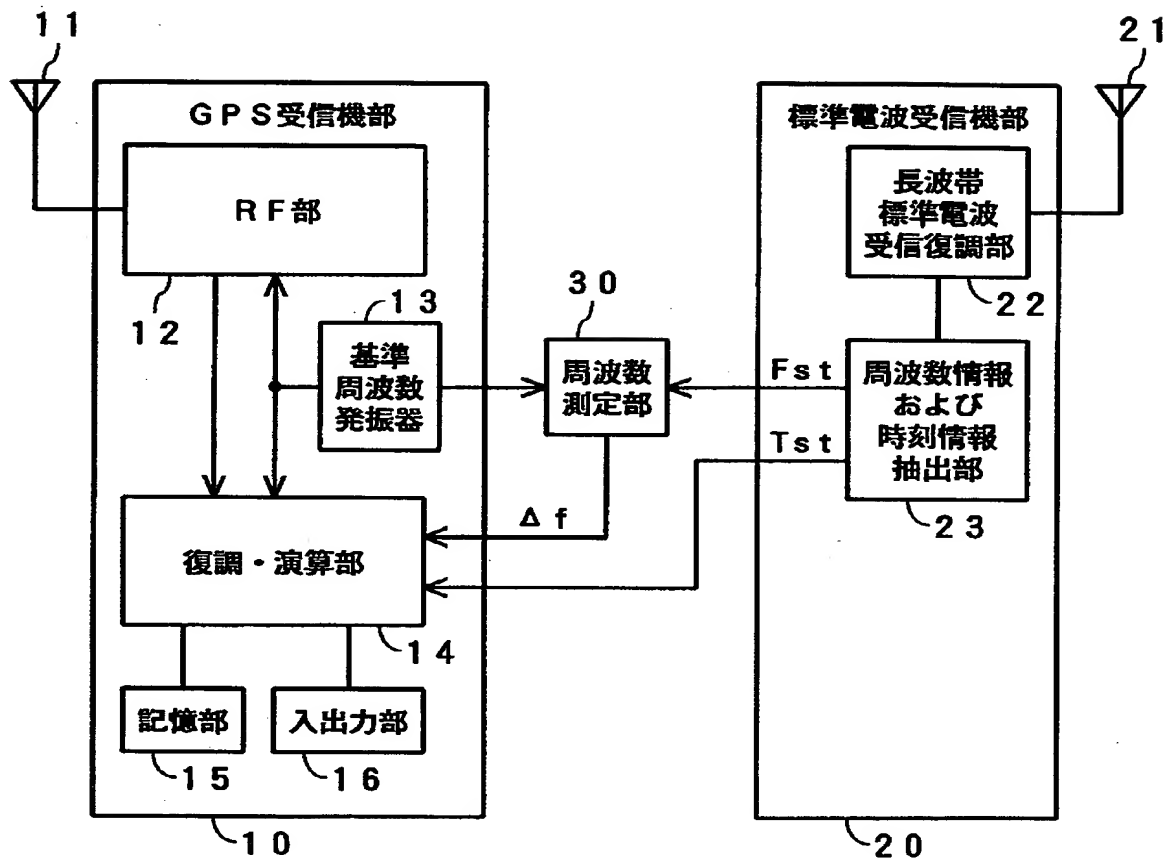
従来の G P S 受信機における周波数サーチを説明するための図である。

【符号の説明】

1 1 … G P S アンテナ、 1 2 … 高周波信号処理部、 1 3 … 基準周波数発振器、  
1 4 … 復調・演算部、 1 5 … 記憶部、 1 6 … 入出力部、 2 0 … 標準電波受信機部  
、 2 1 … 長波帯標準電波受信部、 2 2 … 周波数情報および時刻情報抽出部、 3 0  
… 周波数測定部、 5 0 … 逆拡散復調の帰還ループ、 5 1 … 符号発生器、 5 2 … 駆  
動クロック発生器、 6 0 … データ・ビットを復調するための帰還ループ（コスタ  
スループ）、 6 1 … キャリア発生器、 7 0 … マイクロコンピュータ、 1 4 1 … 逆  
拡散部、 1 4 2 … データデコード部、 1 4 3 … C/Aコード同期検出部、 1 4 4  
、 1 4 7 … 時間同期検出部、 1 4 5 … 測位演算部、 1 4 6 … ビット境目検出部

【書類名】 図面

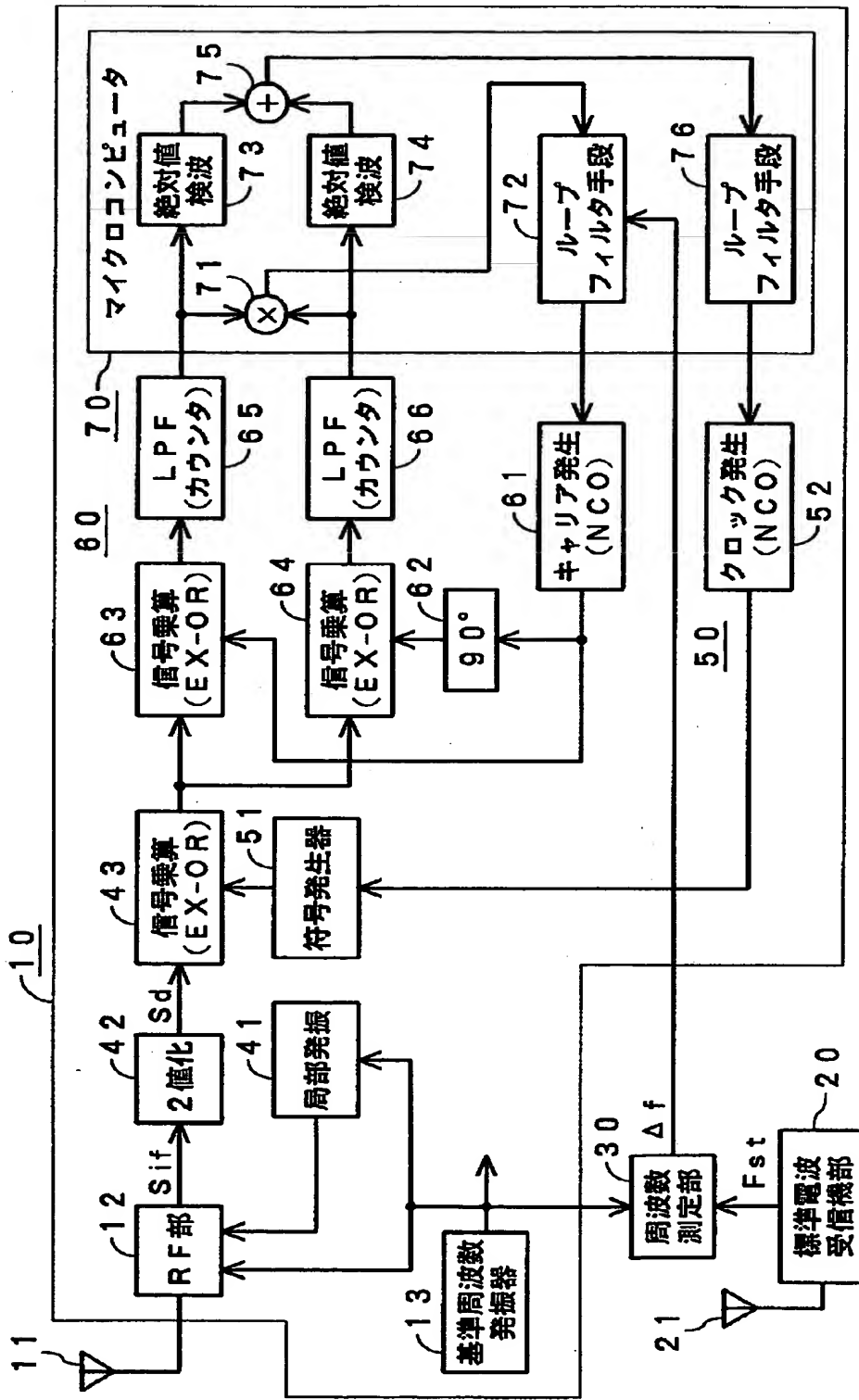
【図 1】



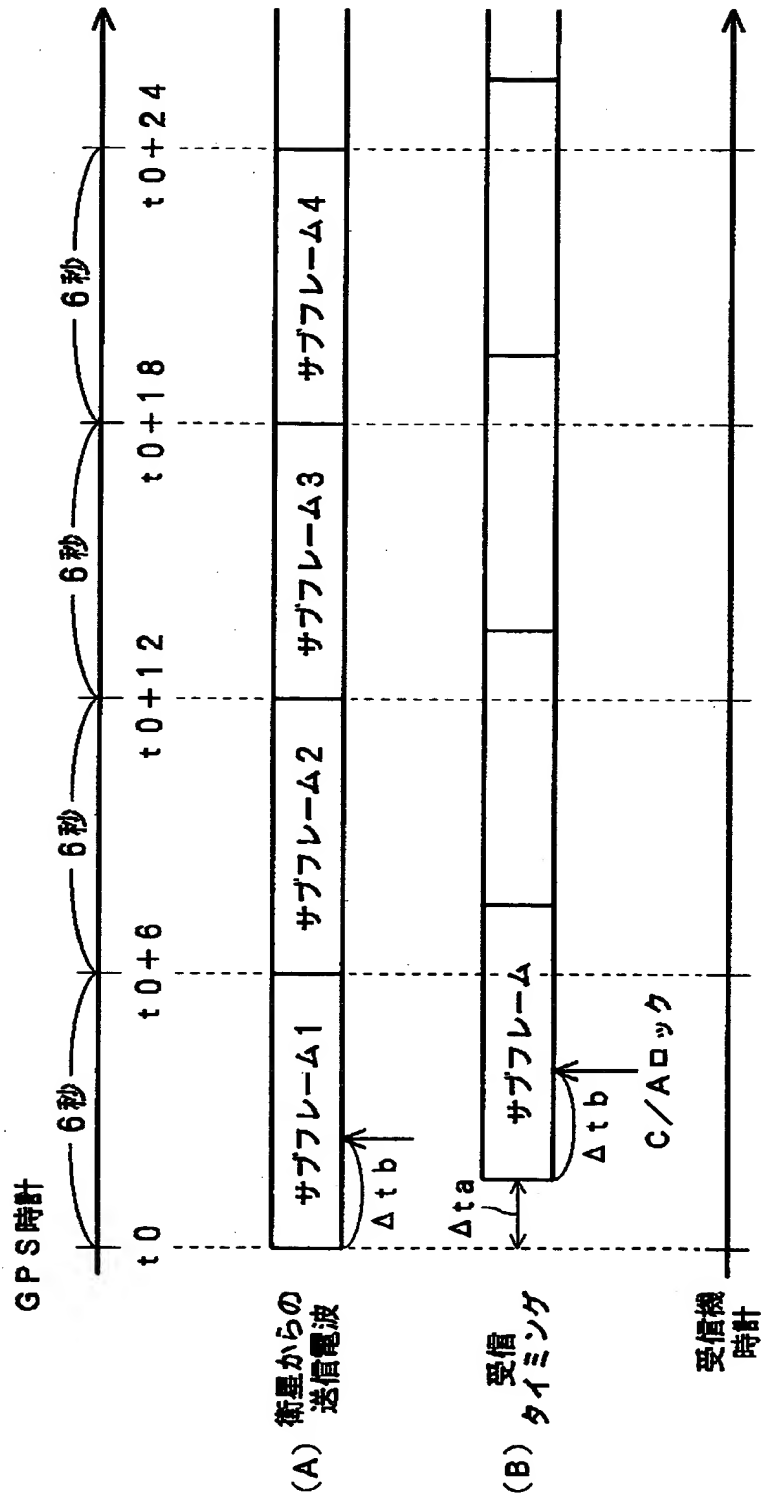
【図 2】

呼出符号		JJY(標準周波数局)	
送信所		おおたかどや山標準電波送信所 (福島県田村郡都路村)	NTT名崎無線送信所 (茨城県猿島郡三和町)
緯度 経度		37° 22' N 140° 51' E	36° 11' N 139° 51' E
アンテナ形式		傘形250m高	$\lambda/2$ 水平ダイポール(5, 8MHz) $\lambda/2$ 水平ダイポール(10MHz)
空中線電力		50kW (実効輻射電力10kW)	2kW
電波形式		A1B	AXW
運用時間		常時	常時(毎時35~39分を除く)
標準 周波数	搬送波	40kHz	5MHz, 8MHz, 10MHz
	変調波	1Hz(秒信号)	1Hz(秒信号)、1kHz
	変調波の 振幅	最大100%, 最小10% (呼出符号送信時を除く)	—
標準時		JST: 協定世界時(UTC)を9時間進めたもの	
秒信号の送信時間		常時	常時
低周波標準による 変調時間		なし	0~5分、10~15分、20~25分、 30~35分、40~45分、50~55分
周波数と時間間隔 の正確さ		$\pm 1 \times 10^{-12}$	$\pm 1 \times 10^{-11}$
秒信号の形式		0.2, 0.5, 0.8秒のマーク	1600Hzの8サイクル
DUT1信号		なし	1600Hz45ミリ秒幅の 特別秒信号による
備考		1999(平成11年)6.10開局	1996(平成8年)4.1改正 2001(平成13年)3.31廃止予定

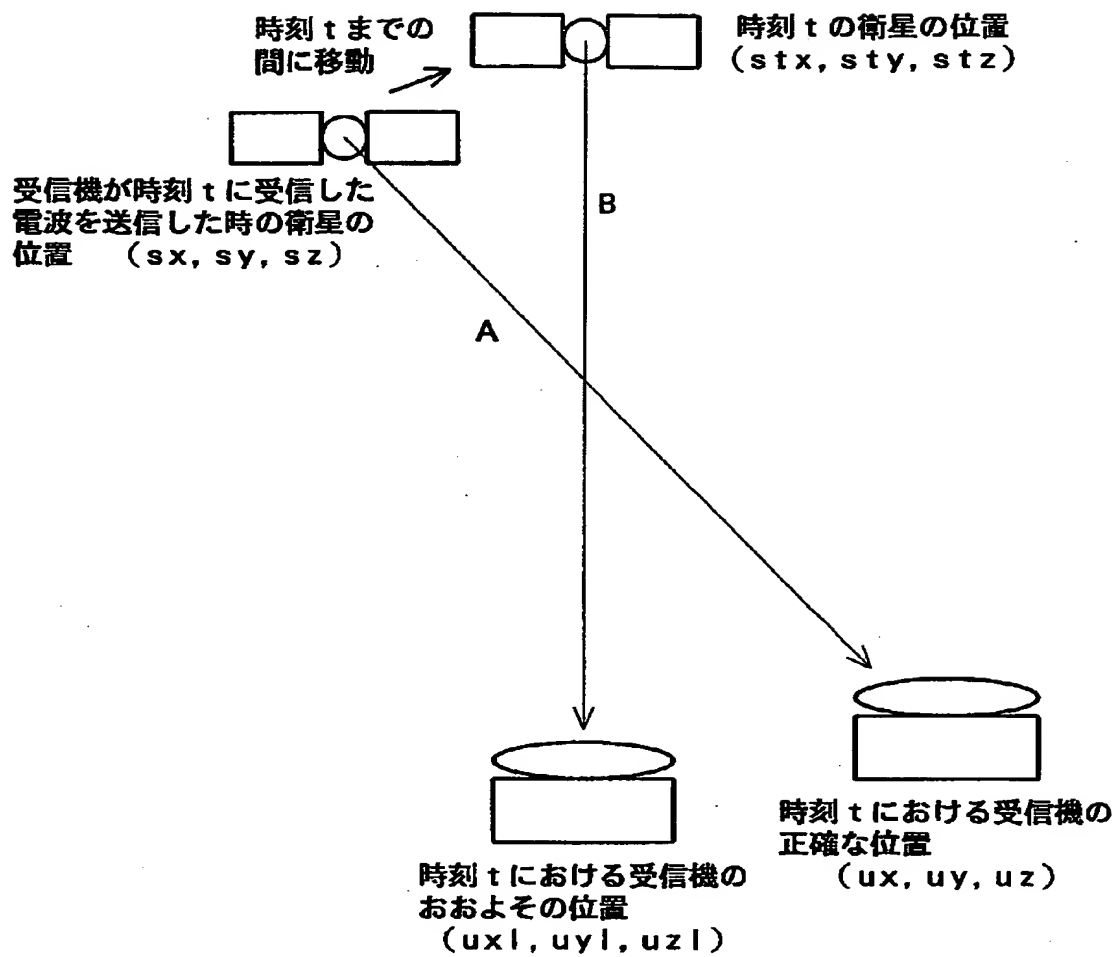
【図 3】



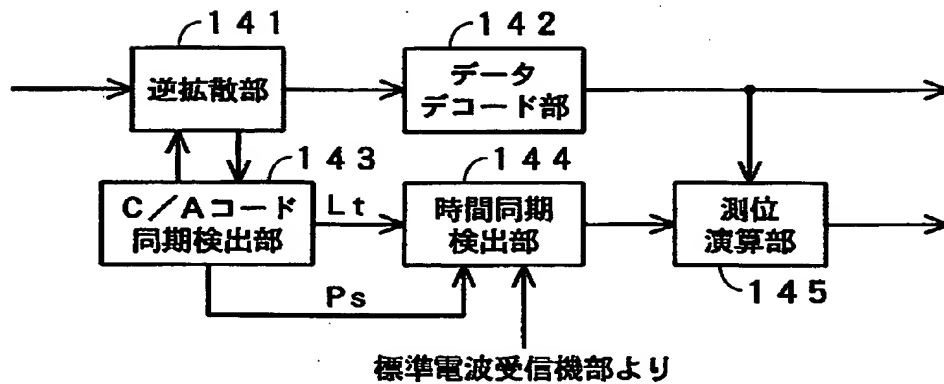
【図 4】



【図 5】

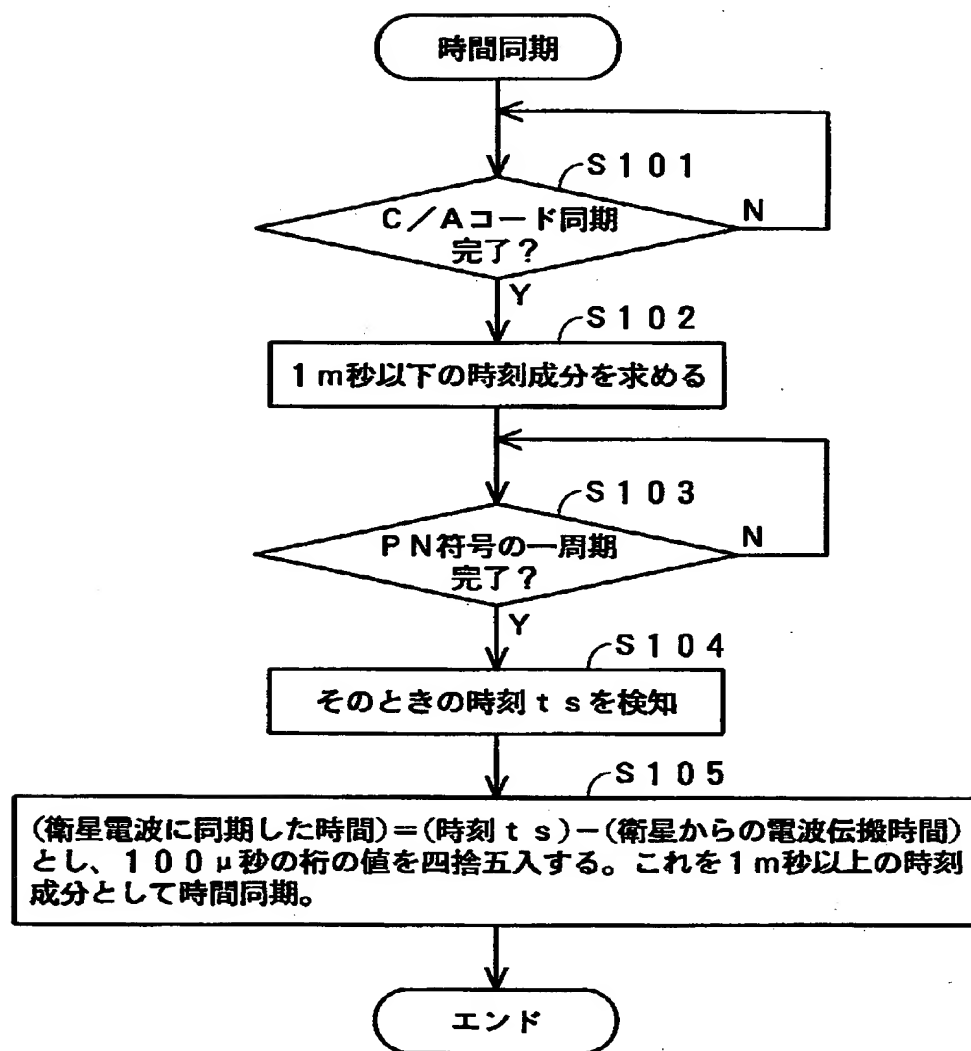


【図 6】



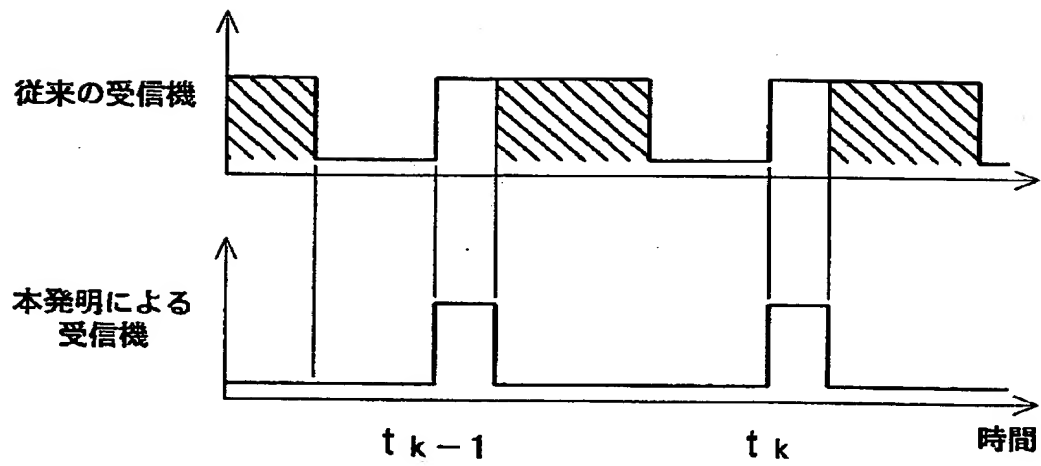
【図 7】

$\Delta t_1 + \Delta t_2 < 500 \mu\text{秒}$  の場合

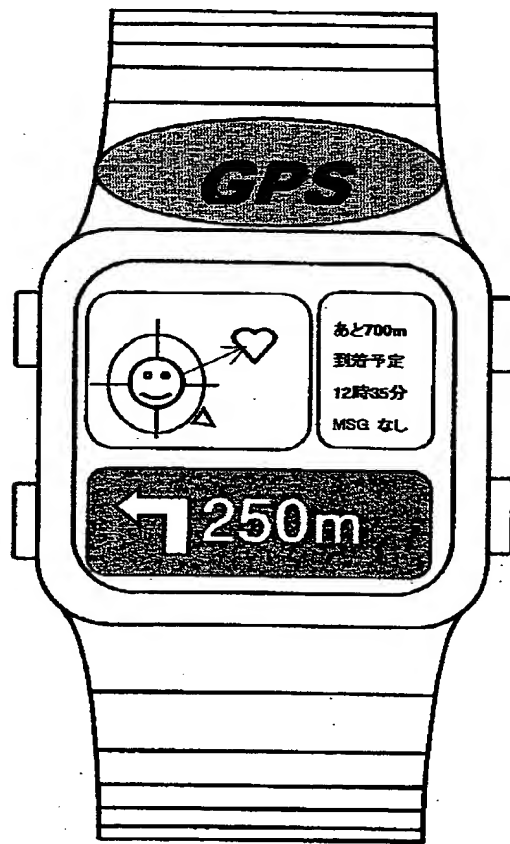




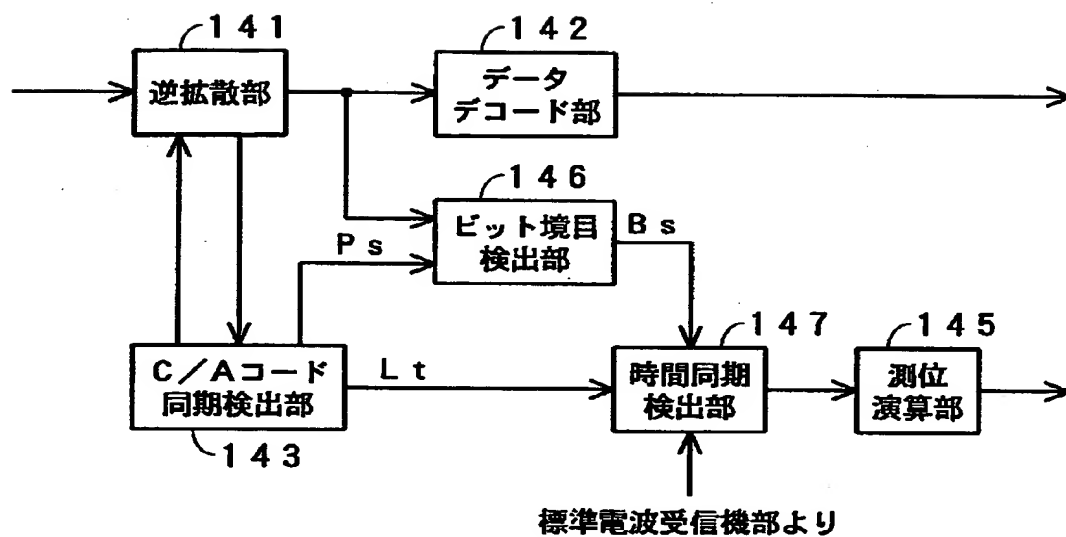
【図 8】



【図 9】

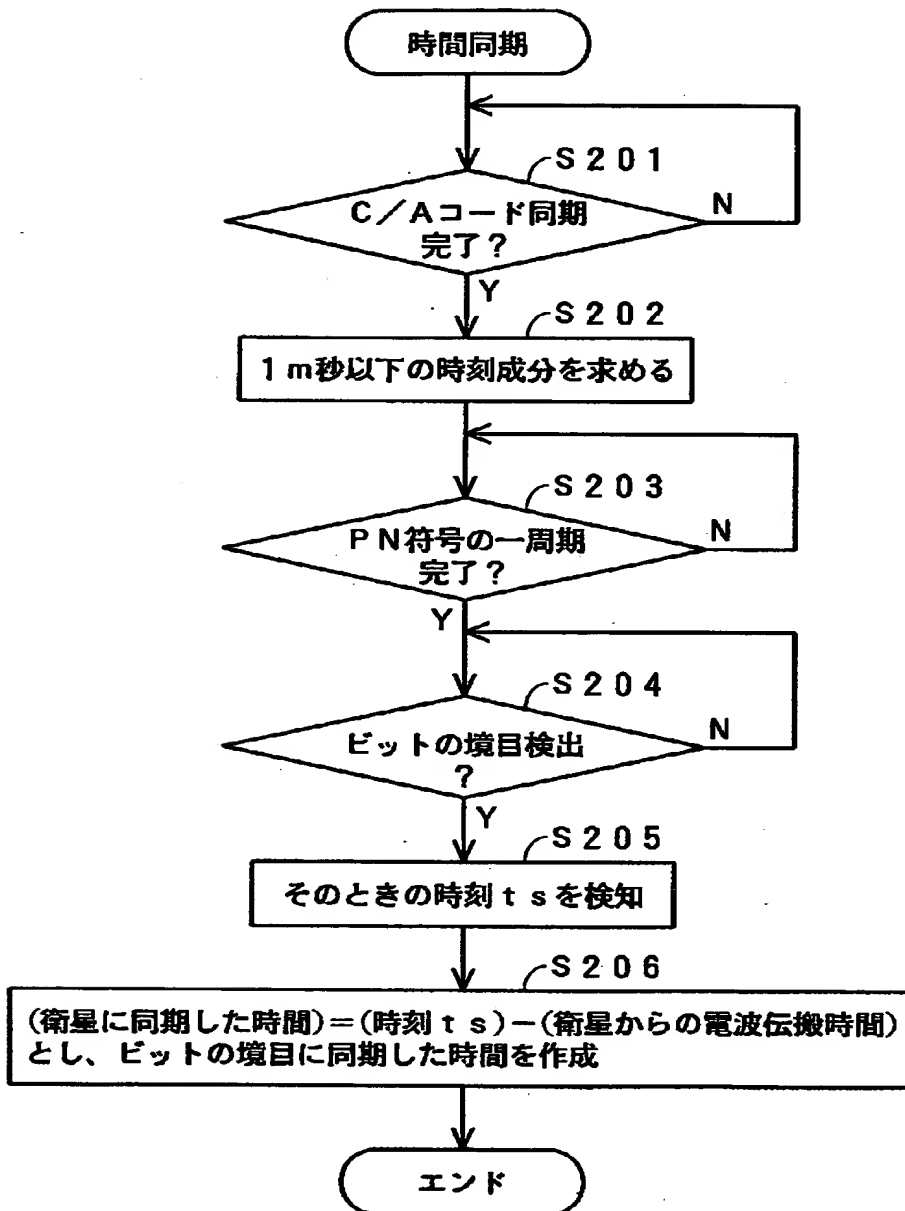


【図 1 0】

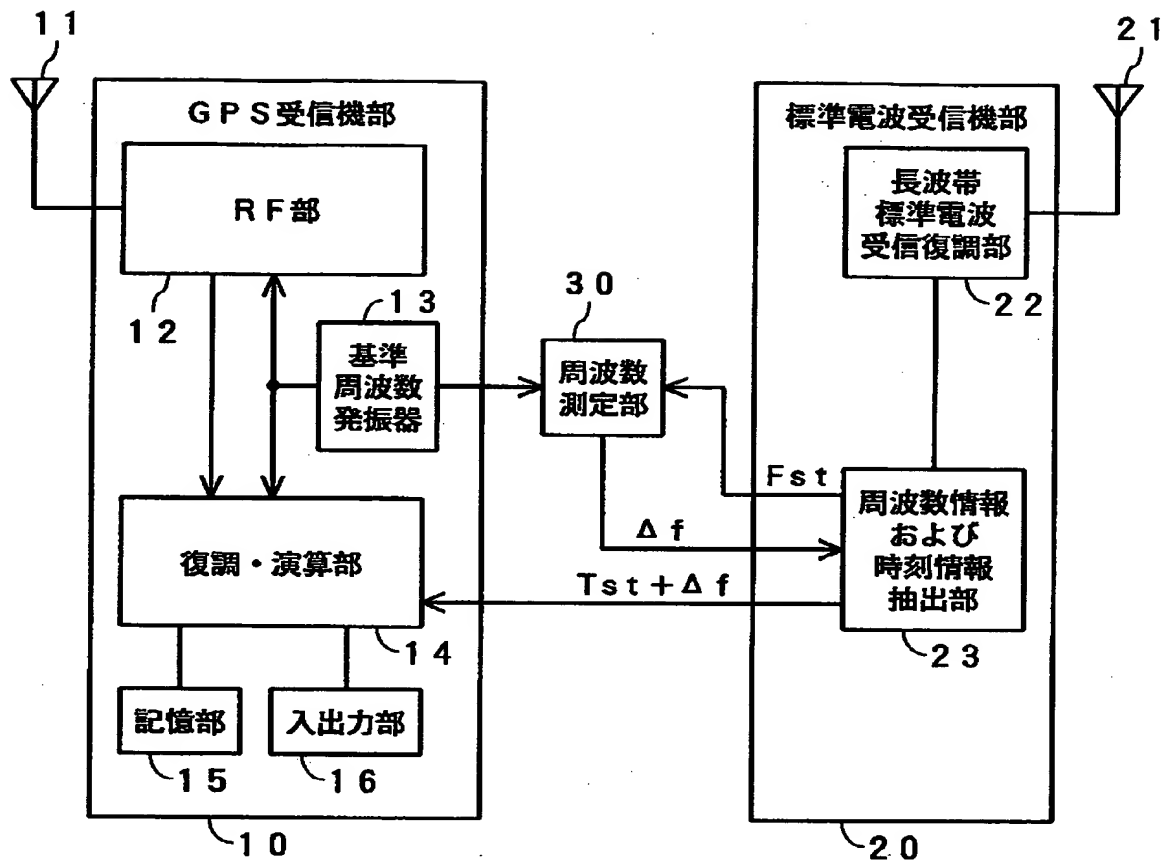


【図 11】

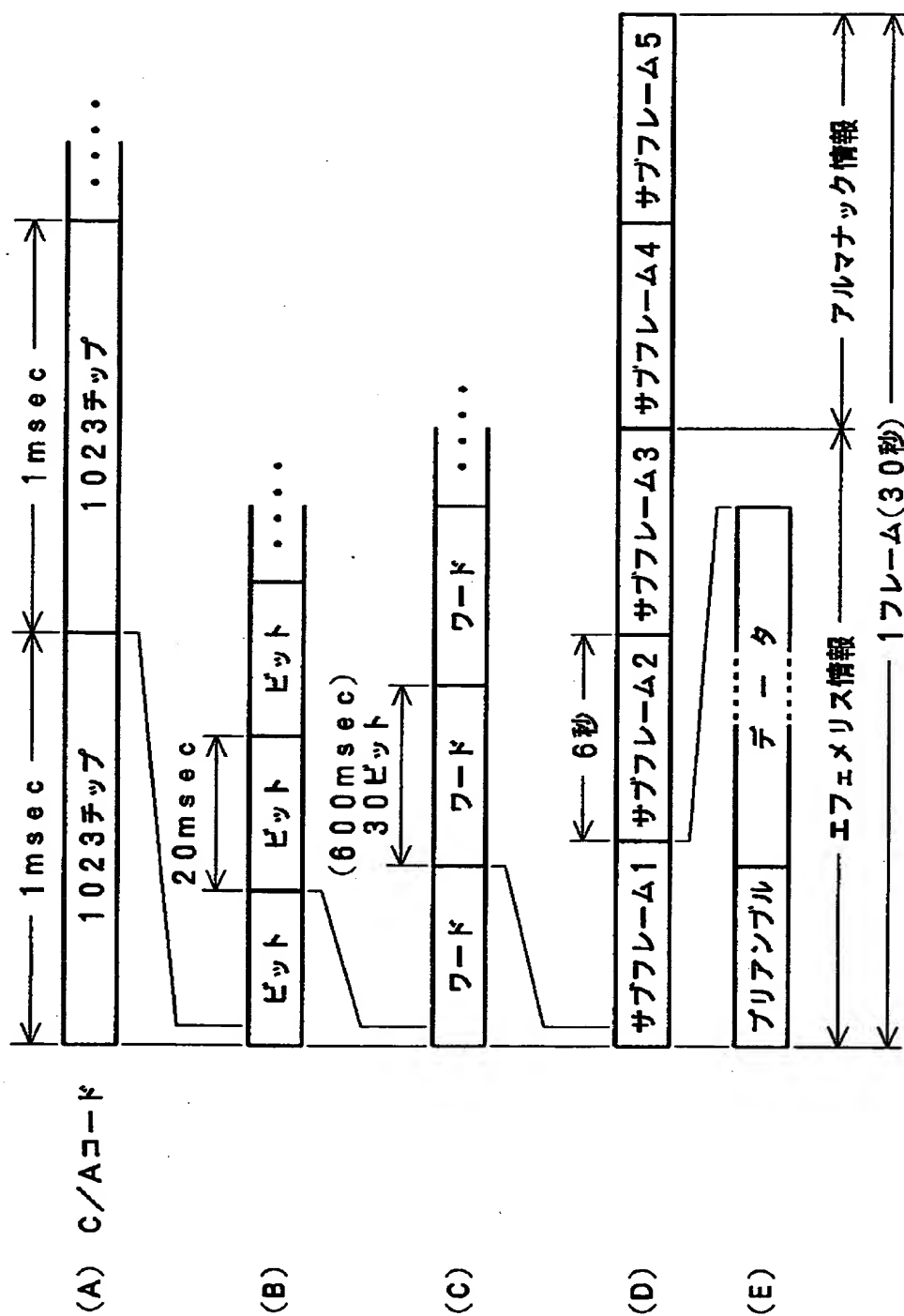
$\Delta t_1 + \Delta t_2 < 10 \text{ m秒}$  の場合



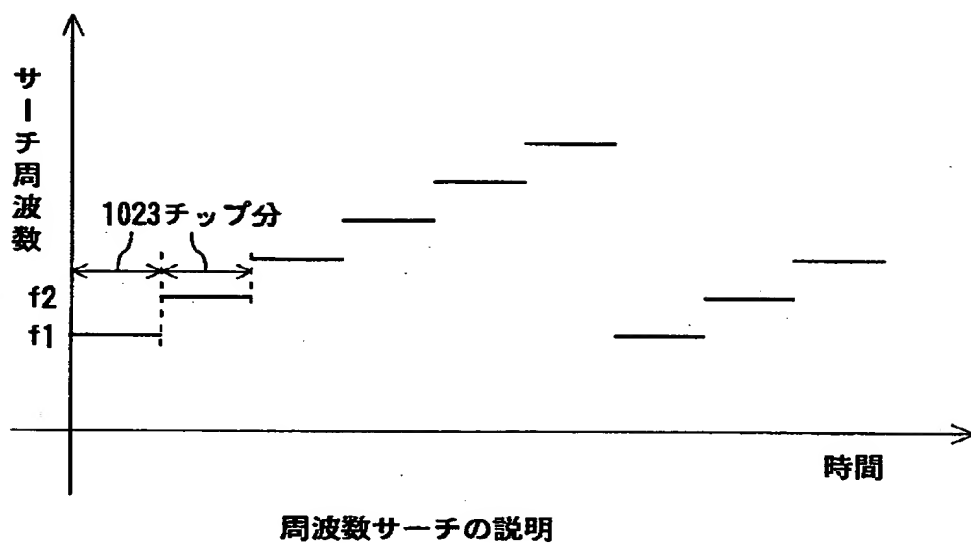
【図 1 2】



【図 13】



【図 1 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 電源投入時から測位演算開始までに要する時間を短縮することができるGPS測位方法を提供する。

【解決手段】 GPS受信機部10に使用されている基準周波数発振器の発振周波数、または、その周波数変動を、標準電波により提供される高精度周波数情報を用いて測定する。その測定の結果をGPS衛星からの信号の捕捉に利用する。また、衛星からのスペクトラム拡散信号の拡散符号についての同期タイミングを検出することにより、時間同期のための微小時刻成分を検出する。この拡散符号の同期が完了した後、拡散符号の1周期の境目の時刻を、標準電波により提供される時刻情報により検出し、この境目の時刻に基づいて、時間同期のための微小時刻成分以上の時刻成分を検出する。検出された微小時刻成分と、微小時刻成分以上の時刻成分とを用いて時間同期を取る。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000002185]

1. 変更年月日 1990年 8月30日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都品川区北品川6丁目7番35号

氏 名 ソニー株式会社